

地震津波災害による経済的被害の推計に関する研究
Estimation Model of Economic Damage by Earthquake and Tsunami Disaster

崔 明姫¹⁾、谷口 仁士²⁾、豊田 祐輔³⁾
Mingji Cui¹⁾, Hitoshi Taniguchi²⁾, Yusuke Toyoda³⁾

1)立命館大学 衣笠総合研究機構

Senior Researcher, Kinugasa Research Organization, Ritsumeikan University

2) (公財)地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所

Deputy Chief Researcher, Tono Research Institute of Earthquake Science, Association for the
Development of Earthquake Prediction (Public Utility Foundation)

3)立命館大学 政策科学部

Associate Professor, College of Policy Science, Ritsumeikan University

Abstract

After the Great East Japan Earthquake, the Cabinet Office reviewed the scale of the Nankai Trough Earthquake that might occur in the future, and reported the economic damage amount of it would be 220 trillion yen and it was 13 times of the Great East Japan Earthquake. Such huge financial damage is projected to be a cause for substantial impact onto the social-economic environment, as well as the decline in economic activity. In addition, as it has been witnessed in the cases of the Great Hanshin earthquake and the Great East Japan earthquake, the decline in consumption activities or the bankruptcy of regional finances due to the population outflow from disaster-stricken areas will cause further depression of regional economies. Furthermore considering the population decline in Japan, it needs to re-evaluate the economic risk of future disasters for making disaster prevention plans and pre-recovering policies. There are several previous researches on proposing estimation methods of disaster damage. One is about estimating the physical damage by earthquake using the hazard indicators and National Strength Data; and another is focused on the damage of Tsunami to estimate with the same method. The models in these research are of great value to predict the damage of Nankai Trough Earthquake. However, they were not consider about the effects of population change on economic damage. This study expands previous estimation models of the above mentioned, proposes a new estimation model of direct damage (stock damage) and indirect damage (flow losses) and examines economic recovery process that incorporates the population variation amount. 1) It proposes a new estimation model of economic damage, based on population predictions, then adapts to some coastal cities such as Shima, Susaki and Kohchi, with the assumption of that Nankai Trough occurs in 2030. 2) Focusing on the damage of private sector enterprises and population outflow from the disaster-stricken areas, it proposes the time-series recovery process model of regional economy, and applies to Shima, examines the economic recovery process and the damage & losses by using the Nankai Trough Earthquake in 2030 as a hypothesis.

1. はじめに

第3回国連防災世界会議では、「兵庫行動枠組 2005-2015」の教訓と課題として、過去の10年に災害に強い国とコミュニティ構築に顕著な成果があったものの、潜在的な災害リスクや新規災害リスクの予測や対策が不十分のため、災害による人的被害、経済、社会、環境面での被害が増大したと指摘した。そこで、新たに採択された「仙台防災枠組 2015-2030」¹⁾では、今後の15年の防災取り組みの目標として、「災害による死者、被災者数を大幅に減少し、各レベルの経済的、物理的、社会的、環境的資産に対する災害リスク及び経済損失を大幅に削減するこ

と」を取り上げた。ハード面だけではなく、社会的・経済的側面からの中長期災害リスクの評価と理解が防災減災において必要不可欠なプロセスとなっている。

近年、世界各地で地震、津波、洪水など大規模災害が頻発している。世界で発生した自然災害の推移²⁾から明らかなように、この40年間に人的被害は減少しつつあるものの、経済的被害額は大幅に増加している(図1)。2011年の東日本大震災では、1995年阪神・淡路大震災(約10兆円)を上回る23~26兆円の経済的損失が発生した。このような莫大な被害額は、社会基盤整備の不備や住民生活の困難、経済活動の低下など、社会経済環境に大きな影響を及ぼすことが予想される。被災地域への経済的影響を把握することは、防災計画や復興予算計画上不可欠な情報であり、効果的かつ効率的な政策を実施するためにも、経済的視点からのリスク評価は不可欠である。

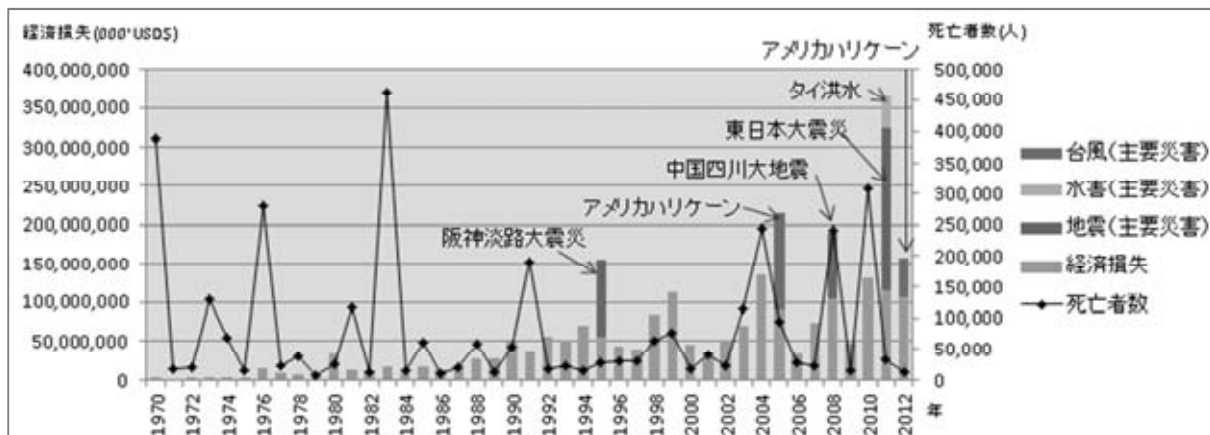


図1 世界の自然災害における経済損失および死亡者数の推移²⁾

特に、人口減少社会に入っている日本においては、少子高齢化、就業者数の減少、社会経済構造の変化が予想され、被害後の経済活動の復興が難しくなることが考えられる。さらに、阪神淡路大震災や東日本大震災の被害事例で見られるように、被災地の人口流出による消費活動の低迷や地域財政の破綻は、更なる経済の落ち込みをもたらす。このような社会的な背景を考えれば、人口減少、社会経済構造の変動などを考慮した災害リスクの検討、震災への取り組みが急務である。

東日本大震災後、内閣府より沿岸部の139市町村が南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域として指定された³⁾。指定された市町村では、避難場所や避難経路の整備、防災訓練の実施など人的被害を軽減するための取り組みは行われているが、将来の社会的・経済的な環境を見据えた事前復興や防災まちづくりへの取り組みまでには至っていない。

これまでの経済的被害の推計に関する研究は、谷口らの地震による直接被害額の推計⁴⁾や朴らの津波による直接被害額の推計⁵⁾などがある。前者は、地震動による建物や社会基盤の被害を中心に、震度、液状化危険度指数、斜面崩壊の有無などハザード指標と民力総合指数を説明変数とする推計モデルを開発したものであり、後者は前者の推計方法に基づき、津波高と民力総合指数を取り入れた津波被害額推計モデルの研究である。また、豊田の研究⁶⁾では、阪神淡路大震災後の事業所に対するアンケート調査に基づき、商工業における直接被害額と間接被害額の関係式を明らかにしている。これらの研究は、地震や津波災害による直接被害と間接被害

の推計方法を提案しているが、人口変動(減少や流出)による影響までは考慮されていない。

本研究では、上記の先行研究の被害推計式を踏まえ、既存の推計モデルを改良し、人口変動量を組み込んだ新たな経済的被害(直接および間接被害)の推計方法を提案することを目的とする。具体的に、直接被害額の推計では、過去の民力データの人口指数と総合指数の関係を分析し、民力総合指数を最モデリング化することで、人口減少を考慮した推計モデルへの改良を行う。間接被害の推計については、コブ・ダグラス生産関数を用いて、直接被害による民間資本ストックの減少や被災地からの人口流出が、地域経済にどの程度影響するかを間接被害として推計する。また、本研究で得られた推計方法を、志摩市(直接・間接被害)、須崎市(直接被害のみ)および高知市(直接被害のみ)に適用し、2030年に南海トラフ巨大地震が発生すると仮定した場合の被害額の推計を試みるとともに、志摩市を対象に、防災計画と復興政策の4つのシナリオに基づく地域経済復興プロセスの検討を行う。

2. 経済的被害の推計の考え方

2.1. 推計の考え方

国立社会保障・人口問題研究所は、日本の人口を2010年の1億2,806万人から2030年には1億1,662万人、2060年には8,674万人に減少すると予測している⁷⁾(図2)。既に人口減少社会に入っている日本では、少子高齢化による労働力や資本ストックの減少による経済成長の低下が懸念されている。このような社会経済的背景の中で、20~30年後に発生すると予想されている巨大災害の被害予測においては、現在の経済指標に依存する計算では適用できず、将来の経済指標を予測する必要がある。

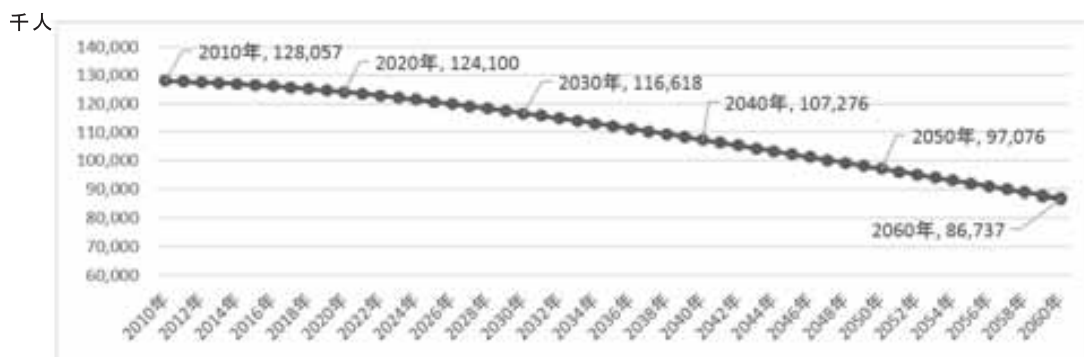


図2 2010年~2060年の日本の人口予測(国立社会保障・人口問題研究所、中位予測)⁷⁾

本研究では、国立社会保障・人口問題研究所が公表した人口予測データに基づき、経済的被害を直接被害と間接被害に分類し、それぞれの被害額の推計により、最終的に経済的被害の全体を把握する。なお、復興完了の定義として、資本ストックや経済活動が地震発生直前の水準に戻るまでとする。

図3に基本的な推計の考え方を示す。まず、直接被害額の推計では、資本ストックの被害額を求めることにする。既存の被害推定式(谷口ら、朴ら)は、民力総合指数と直接被害額の強い相関関係に着目し、ハザード指標(計測震度、液状化危険度指数、斜面崩壊度、津波高)と民力総合指数を説明変数として、推計モデルを開発している。本研究では、将来人口予測データにより民力総合指数を再モデリング化し、それを既存の被害推計式に反映させることで、新

しいモデルを開発する。次に、間接被害額の推計では、地域内総生産（以下、GRP と記す）の基本推計式としてコブ・ダグラス生産関数を投入し、地域の労働力、民間資本ストック、全要素生産性3要素から推計を行う。ここでは、災害前後の民間資本ストックの減少と、被災地からの人口流出による労働人口の減少を考慮し、被害が発生しなかった場合と比較した GRP の減少額を、間接被害額として推計する。

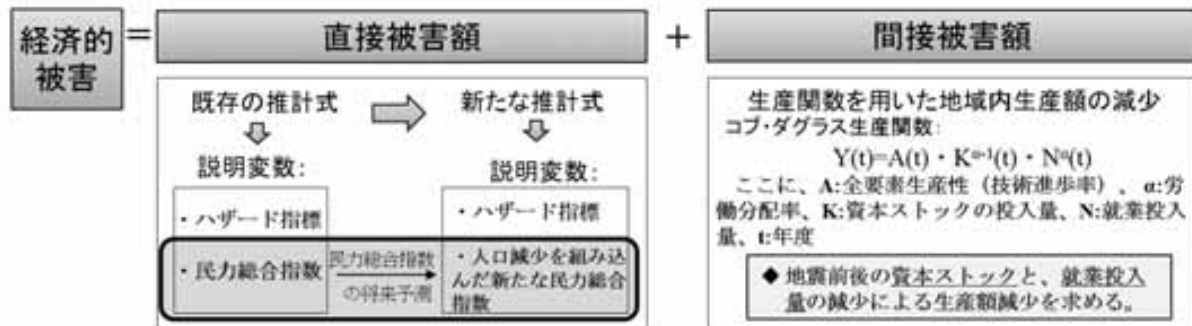


図3 経済的被害推計の考え方

2.2. 用いるデータ

2.2.1. 民力指数

民力指数とは、各地域の生産、消費、文化、暮らしなどの分野にわたって国民が持っているエネルギーを都道府県、エリア（1都道府県に3、4エリア）、都市圏、市町村別に示したものである⁸⁾。民力の統計方法は、近年しばしば変更され、1997年からの市町村合併による行政区画変更、2002年の構成指標の一部の変更、2007年の新たな「暮らし指標」の追加などが行われた。本推計では改編年度とその以前のデータとの連続性に関して、十分注意を払いながら2007年以降のデータを用いて推計を行う。

なお、生活、文化、産業経済などの社会機能は一市町村のみでは収まらず、周辺地域へと自然に広がっていく。そのため、市町村別の民力データは、都市の諸活動により年毎に大きく変動する場合がある。そこで本研究では、エリア・マーケティングの視点から設定された、生活、文化、産業経済構造の中核地域であると同時に実質的な地域情報ユニットとなる「都市圏」を一つの単位として分析を行う。都市圏の民力データには、基本指数、産業活動指数、消費指数、文化指数、暮らし指数の5項目の15指数により構成されている（都道府県は5項目30指数）。

2.2.2. 民間資本ストック

資本ストックは、政府部門、民間部門、家庭部門3つに分類される。インフラ設備、公民館、役所およびその他公共施設は政府部門に；民間企業が所有している建物、設備などは民間部門に；住宅など個人の私的財産は家庭部門に帰属される。地域の生産活動に直接投入される部門は、民間資本ストックであり、政府部門と家庭部門は、間接的に地域生産活動に貢献する必要不可欠な部門であるものの、投入される額が比較的に少ないため、本研究のGRPの推計では民間資本ストックのみを考慮する。

3. 将来人口予測データに基づく直接被害推定式の改良

3.1. 事例対象地域の選定

地域特徴や産業構造が異なる地域を対象に経済的被害を把握することは、それぞれの特徴に応じた復興プロセスの分析が可能となり、今後の異なる被災状況や事例における防災計画や復興政策に適用することができる。本研究では、南海トラフ巨大地震で甚大な被害が予測されている三重県の志摩市、高知県の須崎市と高知市を対象とし、3つの都市を核とする「都市圏」を対象範囲とする(表1)。志摩市は観光業など第三次産業を中心とする小都市で、須崎市は農業と漁業、石灰工業など第一、二次産業を中心とする小都市であり、高知市は県庁所在地として政治、文化、経済などが集中している中核都市である。

表1 民力分類による各都市圏の市町村名⁸⁾

| 都市圏名 | 志摩都市圏 | 須崎都市圏 | 高知都市圏 |
|------|-------|-----------------------|--|
| 市町村 | 志摩市 | 須崎市、中土佐町、檜原町、津野町、四万十町 | 高知市、本山町、大豊町、土佐町、大川村、いの町、仁淀川町、佐川町、越知町、日高村 |

3.2. 既存の直接被害(地震と津波)推計式について

谷口らが、提案している地震動による直接被害の推計式は以下ようになる。

$$Y_p = 0.0347 \times D_{f,i} \times Se_{24}^{1.3119} \times I \times (0.03 \times P_L + 1) \times K \quad (1)$$

ここで、 Y_p : 直接被害総額(兆円)、

$D_{f,i}$: $D_{f,i} = GDP_{2000} / GDP_i$ としたデフレーター

GDP_{2000} は 2000 年における GDP、 GDP_i は i 年における GDP

Se_{24} : 民力総合指数(都道府県別、24 指標): 2007 年より Se_{30} に変更

Se_{10} : 民力総合指数(市町村別、10 指標): 2007 年より Se_{15} に変更

$Se_{24} = 0.0084 \times Se_{10}^{1.0188}$: (この式を(1)式に代入すれば、市町村単位での推定が可能)

P_L : 液状化危険度指数(加重平均 PL 値)

I : 震度に関する補正係数で、 $I = 3 / (1 + 4.16 \times 10^8 \exp^{(3.5S_i)})$

S_i : 加重平均震度(計測震度)

K : 大規模な斜面崩壊に関する補正值で、 $K = 4.51$ としている

また、朴らは、上記の地震動による被害推計式を元に、津波高を説明変数とする津波被害推計式を提案した。

$$Y_{tsu} = 0.0434 \times Se_{24}^{0.9892} \times I_t \quad (2)$$

$$I_t = I_{max} / \{1 + 1.40 \times 10^4 \exp(-1.59 \times H_t)\} \quad (3)$$

ここで、 Y_{tsu} : 津波による直接被害額(兆円)、

Se_{24} : 民力総合指数(都道府県別、24 指標)

I_t : 津波補正係数、 H_t : 津波高(単位 : m)

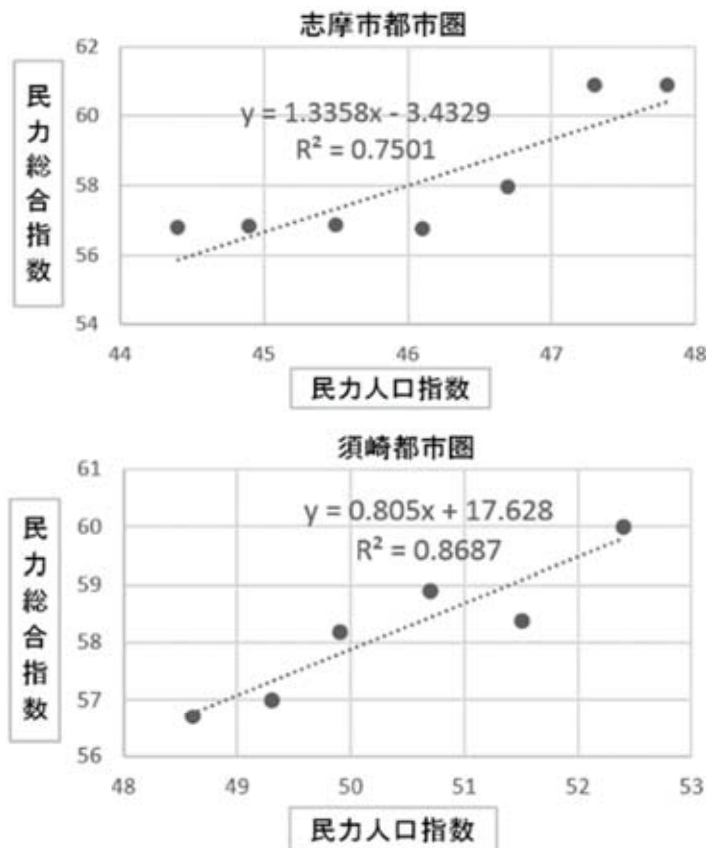
Imax:特殊解に対応する補正係数（チリ津波のケース：6.82、奥尻町のケース：42.25）

3.3. 将来人口データを組み込んだ民力総合指数の予測

人口減少を考慮にした民力総合指数の改良を図るため、人口データと総合指数の相関関係を分析した。その結果、都市圏単位における民力人口指数と総合指数の間に、強い相関関係にあることが確認された（図4）。なお、市町村単位での2つの指標の関係は、ほとんど相関が見られず、都道府県単位の分析でも同様な結果であった。以上の結果から、同じ市場や都市機能の環境下にあるエリア内において、人口と経済活動は密接に関連していることが再確認できた。

ここでは、被害発生年においてもこの相関関係が一定であることを前提として、得られた回帰式を将来の民力総合指数の予測に適用した。

3つの都市圏の人口指数と総合指数の関係を図4に示す。



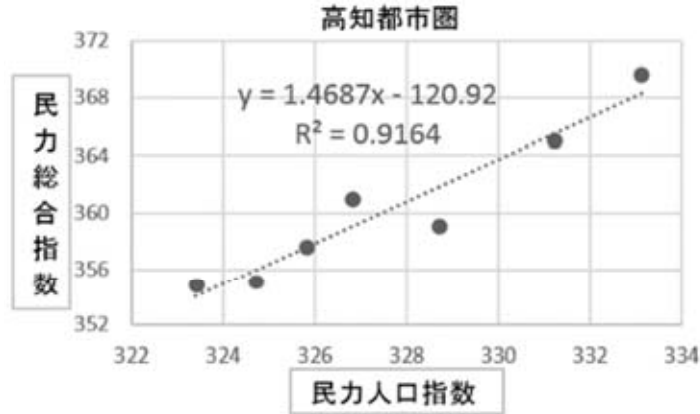


図4 民力人口指数と総合指数の相関分析（指数：1/100,000、全国100,000）

志摩市を例として、人口指数と総合指数の関係を式（4）に示す。

$$S_{15(t)} = 1.3358 \times P_{15(t)} - 3.4329 \quad (4)$$

ここで、 $S_{15(t)}$ ：t年の民力総合指数、

$P_{15(t)}$ ：t年の人口指数

なお、人口指数は、対象地域と全国の人口データの比率で現れる。

$$P_{15(t)} = 100,000 \times N_{\text{対象地域}(t)} / N_{\text{全国}(t)} \quad (5)$$

ここで、 $N_{\text{対象地域}(t)}$ ：t年の対象地域の人口

$N_{\text{全国}(t)}$ ：t年の日本の人口総数

3.4. 人口指数に基づく直接被害推計式の改良

民力総合指数を人口指数で表した式（4）と（5）を、式（1）～（3）に代入すれば、将来人口の予測値を反映した直接被害額推計式が得られる。しかし、既存研究では2003年の24指標に基づく都道府県の総合指数を使用しているため、2007年以降に追加された暮らし指数などは含まれていない。また、都道府県をベースとした指数と都市圏をベースとした指数の間に誤差が存在する可能性がある。これらの乖離を補正するため、2003年の都道府県の総合指数（24指標ベース）と2013年の都道府県の総合指数（15指標ベース、都市圏の指標を足し合わせて計算）を下記の関係式により調整する（図5）。

$$S_{24} = 0.0101 \times S_{15} - 0.1767 \quad (6)$$

ここで、 S_{24} ：2003年の24指標ベースの民力総合指数（1/1,000）、

S_{15} ：2013年の15指標ベースの総合指数（1/100,000）

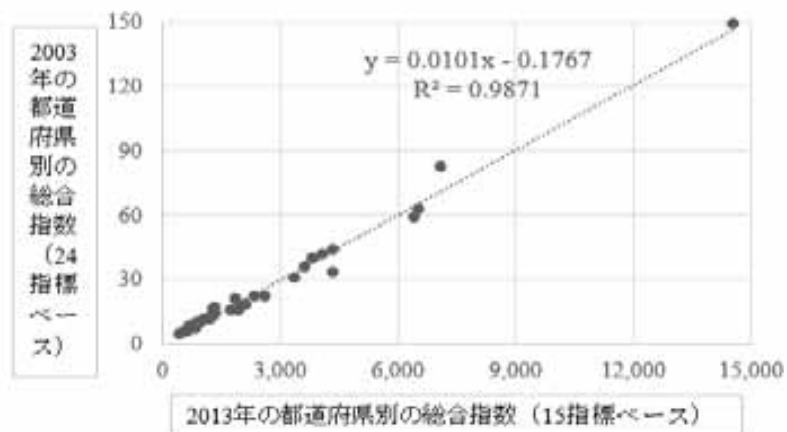


図5 民力総合指数・都道府県24指標と都市圏15指標間の関係

最後に、式(4)～(6)を式(1)～(3)に代入し、将来人口の予測データを説明変数とした直接被害額推計式を導く。式(7)と(8)は志摩市を事例とした地震動による直接被害額推計式と、津波による直接被害額推計式である。

$$Y_P = 0.0347 \times \left(1349.16 \times \frac{N_{\text{対象地域}(t)}}{N_{\text{全国}(t)}} - 0.2114 \right)^{1.3119} \times I \times (0.03 \times P_L + 1) \times \left(\frac{D_1}{D_2} \right) \quad (7)$$

$$Y_{\text{tsu}} = 0.0434 \times \left(1349 \times \frac{N_{\text{対象地域}(t)}}{N_{\text{全国}(t)}} - 0.2114 \right)^{0.9892} \times I \quad (8)$$

3.5. 直接被害額の推計結果

上記の推計式を、志摩都市圏、須崎都市圏、高知都市圏に適用し、2030年に南海トラフ巨大地震が発生した場合の直接被害額を推計した。将来の人口予測データは、国立社会保障・人口問題研究所の中位予測データ^{7,9)}を用いた。

表2と表3に、それぞれ用いる指標および推計結果を示す。推計結果、志摩都市圏の直接被害総額(地震+津波)は4,766億円、須崎都市圏は5,726億円、高知都市圏では77,427億円に見積もられた。

しかし、ここでは地震動による被害と津波による被害の重複について考慮していないため、実際の被害額より過大評価される可能性がある。また、式(3)の津波補正係数 I_t については $I_{\text{max}}=42.25$ の奥尻ケースを適用したため過大評価されている可能性が高い。

表2 直接被害額の推計に用いた指標

| 事例対象地域 | 2030年日本総人口 ⁷⁾ (人) | 2030年各都市圏人口 ⁹⁾ (人) | 加重平均震度 ^{10,11)} | 液状化危険度PL値 ^{10,11)} | 最大津波高さ ^{10,11)} (m) |
|--------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 志摩都市圏 | 116,617,657 | 39,368 | 6.5 | 15 | 26 |
| 須崎都市圏 | | 43,593 | 6.5 | 15 | 25 |
| 高知都市圏 | | 349,052 | 6.5 | 15 | 16 |

表 3 直接被害額の推計結果

| 事例対象地域 | 直接被害額（億円） | | |
|--------|-----------|--------|--------|
| | 地震動 | 津波 | 合計 |
| 志摩都市圏 | 224 | 4,543 | 4,766 |
| 須崎都市圏 | 284 | 5,442 | 5,726 |
| 高知都市圏 | 8,275 | 69,152 | 77,427 |

4. 間接被害額の推計方法の提案

4.1. 推計方法

経済学における GRP は、コブ・ダグラス型生産関数として、民間資本投入量、労働投入量、全要素生産性（技術進歩率）、労働分配率により表すことができる。本研究では、この GRP モデルの構成に基づき、地震が発生した場合の各要素の災害前後の影響要因を分析し、地域生産減少額（間接被害額）を推計する。主に、地震津波災害による資本ストックの減少および人口流出による GRP の低下を、間接被害額への影響要因として推計を行う。

間接被害の推計のプロチャートを図 6 に示す。まず、過去の統計データにより、対象地域の GRP 推計式を確立させる。災害が発生した場合の民間資本ストックの被害額については、全体の直接被害額（資本ストックの被害額）に占める民間資本ストックの割合から計算する。また、将来の労働力人口は、国立社会保障・人口問題研究所のデータを参照し、被災地の人口流出率は、東日本大震災の事例を参考にする。これらの民間資本ストックと労働人口の減少による GRP の減少額を間接被害額として推計を行う。

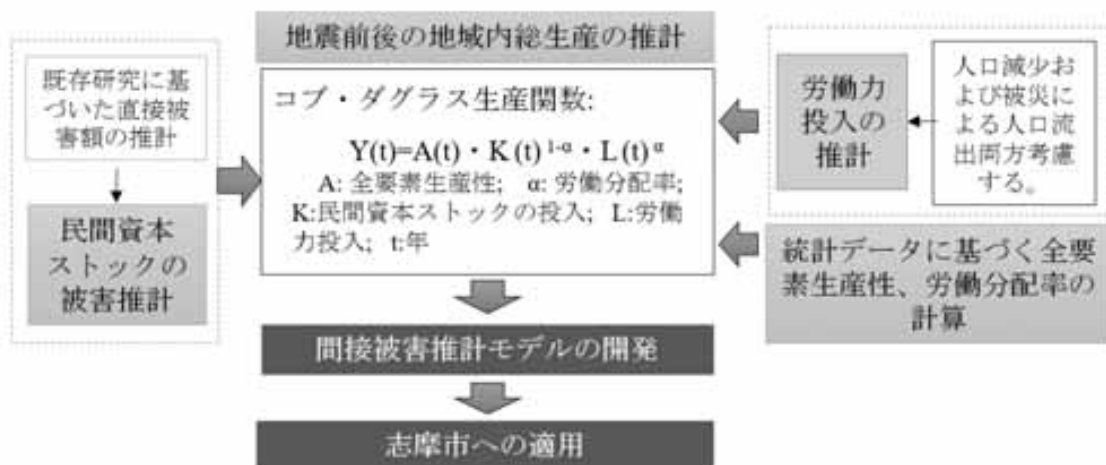


図 6 間接被害推計のフローチャート

4.2. GRP の推計

GRP の基本推計モデルであるコブ・ダグラス生産関数を、式 (9) に示す。なお、すべての計算では、実質 GRP を使用し、式 (10) により、名目 GRP を実質 GRP に変換する。

$$Y(t) = A(t) \cdot K(t)^{1-\alpha} \cdot L(t)^\alpha \quad (9)$$

ここで、A: 全要素生産性
 α : 労働分配率
 K: 民間資本ストックの投入量
 L: 労働投入量
 t: 該当年

$$Y(t) = GRP_r(t) = GRP_n(t) / R_i \quad (10)$$

ここで、 GRP_r : 実質 GRP
 GRP_n : 名目 GRP
 R_i : インフレ率

全要素生産性 $A(t)$ の経年変化が一定であると仮定した場合、地域内総生産額 ($GRP(t) = Y(t)$)、労働人口、平均就業時間、民間資本ストックの投資額などの過去の統計データから、全要素生産性を計算することができる。

$$A(t) = GRP_r(t) / K(t)^{1-\alpha} \cdot L(t)^\alpha \quad (11)$$

ここで、労働分配率は、雇用者報酬と地域内総生産額の比率で現れ；労働投入量は、労働者数に年間平均労働時間を乗じることで求める。それぞれの推計式を式 (12) と式 (13) に示す。

$$\alpha = C(t) / GRP_n \quad (12)$$

ここで、 $C(t)$: 雇用者報酬

$$L(t) = L_p(t) \cdot T \quad (13)$$

ここで、 $L_p(t)$: 労働者数
 T: 年間平均労働時間

また、民間資本ストックの投入量は、地域の民間ストックに資本稼働率を乗じて計算する。なお、市町村レベルの民間資本ストックのデータが公表されていないため、都道府県レベルと市町村レベルの資本装備率が一定であると仮定し、都道府県資本ストックの統計データと資本装備率を用いて、市町村単位のを推計する。ここで、資本装備率とは、労働者 1 人がどれほどの資本ストックと組み合わせられて生産活動が行われているかを示す指標で、資本量と労働量の比率で計算できる。

$$K(t) = K_a(t) \cdot S \quad (14)$$

ここで、 K_a : 地域の民間資本ストック
 S: 資本稼働率

$$R_{cl}(t) = K_a(t) / L_p(t) \quad (15)$$

ここで、 $R_{cl}(t)$: 資本装備率

式 (9) ~ (15) により、GRP の推計式を確立させる。なお、将来の GRP を予測する際には、全要素生産性ならびに資本装備率の経年変化が一定であると仮定し、過去の統計データにより指標の変化率を求めた。ただし、労働投入量を計算する将来の労働人口については、国立社会保障・人口問題研究所が発表した市町村別人口データを用いた。

4.3. 志摩市を事例とした GRP の将来予測

前節の GRP モデルを志摩市に適用し、各指標の推計を行った。また、最もデータが揃えている 2005 年と 2009 年の統計データを用いて、全要素生産性と、資本装備率の経年変化率をも計算した。

$$A(t) = A(t-1) + (A_{2009} - A_{2005})/4 \quad (16)$$

$$R_{cl}(t) = R_{cl}(t-1) + (R_{cl2009} - R_{cl2005})/4 \quad (17)$$

志摩市を事例とした推計に用いるデータと、各指標の推計結果を表 4 と表 5 に示す。

表 4 GRP モデルに用いるデータ

| 指標 | 2005 年 | 2009 年 |
|---|------------|------------|
| インフレ率 R_i ¹²⁾ | 100.4% | 100.7% |
| 名目 GRP GRP_n ¹³⁾ | 117,347 | 105,571 |
| 労働者数 L_p ¹³⁾ | 29,952 | 27,241 |
| 年間平均労働時間 T ¹³⁾ | 1,850 | 1,850 |
| 三重県の民間資本ストック $K_{p/Mie}$ ¹⁴⁾ | 11,823,946 | 14,330,348 |
| 三重県の労働人口 $L_{p/Mie}$ ¹⁵⁾ | 968,343 | 943,072 |
| 資本稼働率 S ¹⁶⁾ | 76.7% | 76.7% |
| 雇用者報酬 C ¹³⁾ | 82,600 | 76,236 |

表 5 各指標の推計結果

| 指標 | 2005 年 | 2009 年 | 単位 |
|---|---------|---------|-----|
| 実質 $GRP_r = GRP_n / R_i$ | 116,879 | 104,837 | 百万円 |
| 資本装備率 $R_{cl} = K_{p/Mie} / L_{p/Mie}$ | 12.21 | 15.20 | — |
| 志摩市の民間資本ストック $K_{p/Shima} (=L_p \cdot R_{cl})$ | 365,729 | 413,938 | 百万円 |
| 志摩市の民間資本投入量 $K_{Shima} = K_{p/Shima} \cdot S$ | 280,514 | 317,490 | 百万円 |
| 労働分配率 $a = C / GRP_n$ | 70.39% | 72.21% | — |
| 全要素生産性 $A = GRP_r(t) / K(t)^{1-\alpha} \cdot L(t)^{\alpha}$ | 168.76 | 182.98 | — |

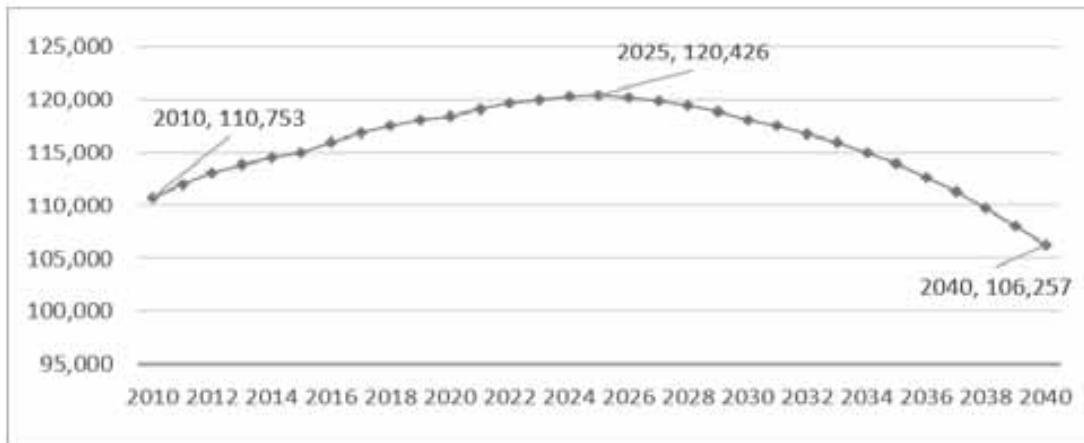


図7 2010年～2040年の志摩市のGRPの予測結果（単位：百万円）

図7に2010年から2040年までの志摩市のGRPの予測結果を示す。推計結果、2010年には110,753百万円、2025年には120,426百万円、2040年には106,257百万円となり、志摩市のGRPは、2025年をピークに減少に転じる結果となった。これは、2026年から労働者数の減少率が、資本装備率と全要素生産性の増加率より大きいことを示す。少子高齢化に伴う労働者数の減少に対応するためには、労働節約型の投資や労働環境の改善、科学技術の発展や労働生産性の向上などにより、資本装備率と全要素生産性の進展を図ることが重要である。

4.4. 志摩市を事例とした間接被害額の推計

4.4.1. シナリオの設定

志摩市は、人口54,000人を有する沿岸部都市であり、高齢化率が30%を超えている。特に、沿岸部は、高齢化率が40%に達する地域もあり、災害時の要援護者が多く、津波想定区域に住宅密集地が多く分布するなど、大規模災害による被害が拡大することが予想される。南海トラフ地震における最大深度は7、最大津波高は25m想定され、地震津波避難対策特別強化地域に指定されている。三重県の南海トラフ地震の被害予測によれば、志摩市では2万棟の建物が損壊し、死者は5,200人に達すると報告されている¹⁰⁾。

このような状況を踏まえ、以下の4つのシナリオに基づき、志摩市の間接被害額を推計するとともに、異なる防災対策と復興政策に基づく経済復興プロセスを検討する。

シナリオ1（基本被災ケース）：2030年に南海トラフ地震が発生すると仮定し、3年後の2033年に資本ストックが復旧完了するとともに、阪神淡路大震災における神戸市の事例を参考に、10年後の2040年に経済復興が完了すると設定する。また、労働者数の減少においては、被災地からの人口流出と、死者の発生による減少両方を考慮する。人口流出率は、東日本大震災の事例を参考に8.7%¹⁷⁾を適用し、三重県が予測した南海トラフ地震による志摩市の死者数5200人を用いて、死者発生による労働者数の減少を求める。

シナリオ2（巨大防潮堤・防波堤の整備など直接被害の軽減）：巨大防潮堤・防波堤などの整備により、シナリオ1（基本被災ケース）に比べ、直接被害額を1/3軽減できると仮定する。また、死者も1/3減少し、3467名になると仮定する。

シナリオ3（復興政策により被災地からの人口流出を半分減少）：就業・生活環境の早期復興や、被災者の生活への支援、被災者の雇用機会の創出などの復興政策により、人口流出を半分

減少させると仮定する。

シナリオ 4（民間企業ストック復旧支援補助金交付）：災害により被災した民間企業に対し、資本ストックの復旧支援のための補助金 10 億円を交付すると仮定し、すべての補助金が工場の再建、新しい機械や設備の導入などに使用されると仮定する。

4.4.2. 間接被害の推計

まず、直接被害額（資本ストックの被害額）に占める民間資本ストックの割合を把握し、地域生産に投入される民間資本ストックの減少額を推計する必要がある。前章の直接被害額の推計により、地域全体の資本ストックの被害額を算出し、それに民間資本の割合を乗じることで、民間資本ストックの減少額を推計する。なお、地震動と津波による被害推計式を両方使用し、合計額を求める場合、地震動による被害が重複される可能性があるため、本推計には、津波による被害額のみを考慮する。

表 6 に、東日本大震災における東北 4 県沿岸部市町村の直接被害額と民間資本ストックの被害額を表している。ここでは、東北 4 県の平均値を用いて、民間資本ストックが占める割合を 29.7%として推計を行う。

民間資本ストックの被害推計式を、式（18）に示す。

表 6 東日本大震災における沿岸部市町村の民間資本ストックの被害率（単位：百万円）¹⁸⁾

| 県名 | 民間資本ストックの被害額（PCS） | | | 直接被害額 （Total SD） | 民間資本ストックの被害率（PCS/Total SD） |
|----|-------------------|-------|-------|---------------------|----------------------------|
| | 製造業 | その他部門 | 小計 | | |
| 岩手 | 191 | 781 | 972 | 3,522 | 27.6% |
| 宮城 | 290 | 1,130 | 1,420 | 4,897 | 29.0% |
| 福島 | 151 | 319 | 470 | 1,859 | 25.3% |
| 茨城 | 355 | 275 | 630 | 1,483 | 42.5% |
| 計 | 987 | 2,505 | 3,492 | 11,760 | 29.7% |

$$Y_{pcs} = 0.297 \times Y_{tsu} \quad (18)$$

ここで、 Y_{pcs} ：民間資本ストックの被害額

式（18）により推計した民間資本ストックの減少額を GRP の推計に反映し、上記の 4 つのシナリオに基づき、南海トラフ地震が発生した場合の志摩市の間接被害額の推計を試みた。その結果を表 7 に示す。

表 7 間接被害額の推計結果（単位：（百万円））

| | 直接被害額 | 間接被害額 | 合計 |
|--------|---------|---------|---------|
| シナリオ 1 | 454,275 | 133,266 | 587,541 |
| シナリオ 2 | 302,850 | 76,161 | 379,011 |
| シナリオ 3 | 454,275 | 75,172 | 529,447 |
| シナリオ 4 | 454,275 | 132,397 | 586,672 |

4.4.3. 経済復興プロセスの検討

基本被災ケースのシナリオ1と比較したGRPの復興プロセスの結果を、図8～10に示す。それぞれの復興プロセスから見られるように、シナリオ1と比べ、シナリオ2と3における防災対策と復興政策は、被害額の軽減または復興期間の短縮に効果的であったが、シナリオ4は特に変化が見られなかった。

シナリオ1における直接被害額は454,275百万円、間接被害額は133,266百万円に推計された。経済被害総額は587,541百万円となり、2009年の志摩市のGRPの5.6倍となった。

シナリオ2は、直接被害額を1/3に減少することにより、地域経済への影響も大幅に軽減することができる。その場合の直接被害額は302,850百万円であり、それによる間接被害額は、76,161百万円と見積もられた。経済的被害額を軽減するには、最も効果的であるものの、巨大防潮堤・防波堤の整備は、莫大な資金を必要とするため、そのコストを考慮すれば、防災対策自体が、国・地域の財政と経済に大きな負担と影響を及ぼすことが考えられる。

シナリオ3では、復興政策により被災地からの人口流出を半分減少させると仮定した場合、GRPが6年で回復し、経済復興期間を最も短縮することができた。それによる間接被害額は、75,172百万円となった。

図10から見られるように、シナリオ4の民間企業ストックの復旧を支援するための補助金を交付する政策は、経済復興プロセスの改善にあまり効果的でなかった。間接被害額は、132,397百万円と見積もられ、基本ケースと比べあまり変わらず、経済復興期間も短縮することができなかった。

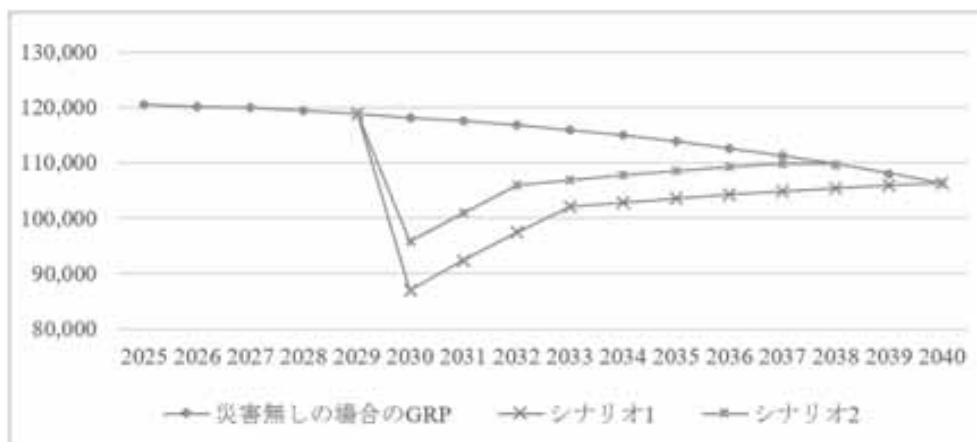


図8 シナリオ1とシナリオ2の復興プロセスの比較

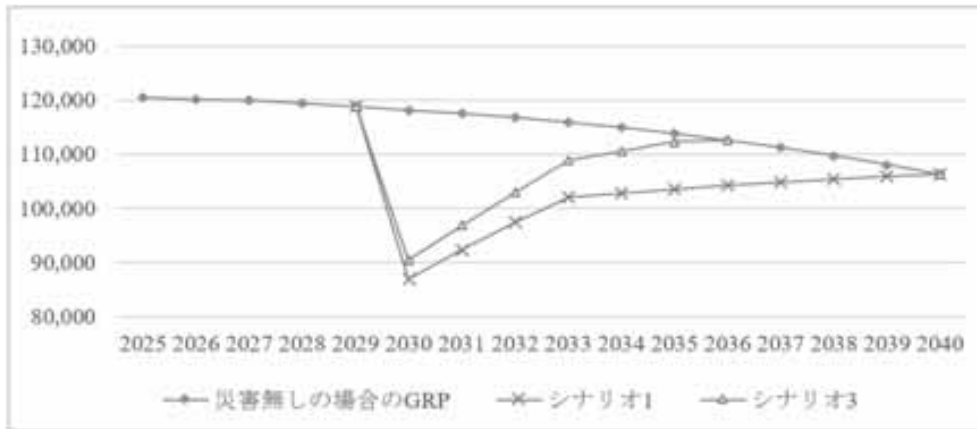


図9 シナリオ1とシナリオ3の復興プロセスの比較

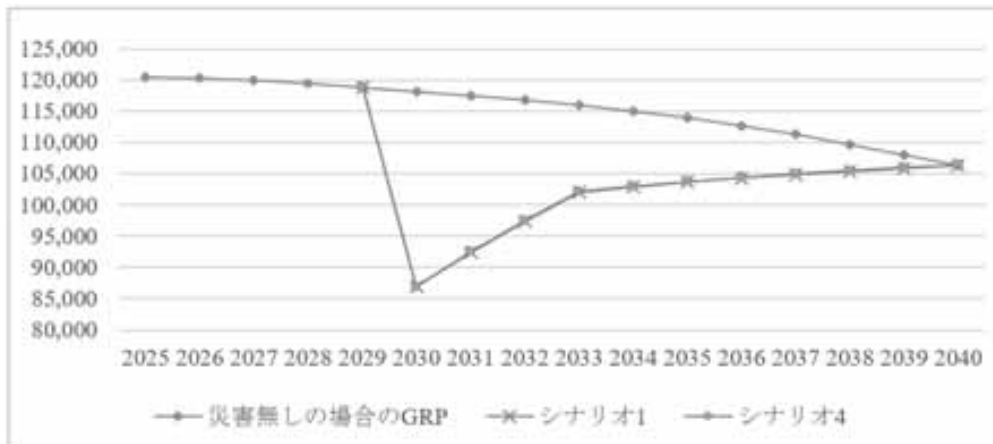


図10 シナリオ1とシナリオ4の復興プロセスの比較

上記の4つのケースをまとめると、経済的被害額を大幅に軽減するためには、災害による一次被害を防ぐことが最も効果的であるが、被害を防ぐための巨大防潮堤・防波堤の整備には大規模な費用を要し、また、海の景色を一変させるなど、対策の実施は多くのリスクと負担を抱えていることが懸念される。また、被害後の人口流出を減少するための復興政策の実施は、復興時間を短縮し、地域経済への影響を軽減する効果的な対策であった。

5. まとめ

本研究は、人口減少や少子高齢化の到来と南海トラフ巨大地震の襲来がほぼ同時期に起こると仮定し、経済学的視点を取り入れた直接及び間接被害額の推計を行った。本研究で得られた知見と課題を以下に示す。

- 1) 人口減少、社会経済システムの変化などを考慮した経済的被害（直接・間接）の予測式を提案した。また、2030年に南海トラフで地震が発生することを仮定し、直接被害額の推計を試みた結果、志摩市都市圏は4,766億円、須崎市都市圏は5,726億円、高知市都市圏は77,427億円となった。さらに、4つのシナリオに基づく志摩市の間接被害額を推計した結果、それぞれ、1,333億円（シナリオ1）、762億円（シナリオ2）、752億円（シナリオ3）、1,323億円（シナリオ4）と見積もられた。
- 2) 本研究の津波による直接被害額の推計では、ハザード指標として津波高のみを考慮し、

地震動による被害が重複されるなど過大評価される可能性がある。今後は、津波高だけでなく、地形データや被災面積などを考慮するなど計算の精度を上げるとともに、当時は発表されなかった東日本大震災の最新データを用いて推計式をアップグレードする必要がある。また、間接被害額の推計では、生産関数を用いて人口減少と地域内総生産（GRP）の関係を解析したが、このようなモデルは大量な統計データを必要とするため、他の地域への適用性を考えると、より簡単なモデルの開発が必要になる。

- 3) 住宅地、商店街、工場地区、農地など、異なる地区における経済的被害と経済復興プロセスは、それぞれ異なる特徴を持っている。多岐に渡る災害リスクに対応し、適切な対策を図るためには、地域特徴を考慮した推計モデルを開発する必要がある。今後は、既存の推計モデルを、これらの要素を取り入れたより汎用的な直接・間接被害推計モデルに改良するとともに、推計結果の実用性に向けて、経済的被害が、地域産業、コミュニティ、家庭などにどのような影響を与えるかを検討する。

謝辞

本研究を進めるにあたり、志摩市役所の地域防災室から沢山の資料を提供して頂いた。記して深く感謝の意を表す。また、本研究は、志摩市との立命館大学の官学連携研究助成事業および岡田科研費（課題番号：25282109）の支援を頂いて実施したものであり、関係者の各位に謝意を表す次第である。

参考文献

- 1) The third UN World Conference on Disaster Risk Reduction (WCDRR) (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, Sendai, <http://www.wcdr.org/preparatory/post2015>.
- 2) 界災害データベース：EM-DAT, <http://www.emdat.be/>, 2014.
- 3) 内閣府：南海トラフ地震防災対策推進地域・南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域、防災情報のページ、<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/>、2015年8月31日
- 4) 谷口仁士、鐘ヶ江秀彦：地震災害が地域に及ぼす経済的影響、JCOSSAR 2000、論文集、2000
- 5) 朴ジョンヨン、崔青林、谷口仁士：過去の地震・津波の経験にもとづいた被災地経済復興計画立案の分析方法に関する研究 地域学研究第43巻第3号、pp. 291-305, 2013.
- 6) 豊田利久：阪神大震災の経済的諸問題、国民経済雑誌、第173巻、第5号、神戸大学経済経営学会、pp. 1-11、1996.
- 7) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口（平成24年1月推計）、出生中位(死亡中位)推計、<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sh2401smm.html>, 2014.
- 8) 民力マーケティング・データベース：DVD-ROM2010（1989-2013）朝日新聞出版
- 9) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口（平成25年3月推計）、<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/newest04/sh2401smm.html>, 2014.
- 10) 三重県防災対策部：地震被害想定調査結果（ハザード関係）の概要について、2014.3.
- 11) 高知県南海トラフ地震に備えるポータルサイト：南海トラフ地震による被害想定、<http://www.pref.kochi.lg.jp/sonae-portal/prediction/damage.html>、2015年8月31日
- 12) 統計局ホームページ：消費者物価指数（CPI）、<http://www.stat.go.jp/data/cpi/>、2010年。2015年6月15日
- 13) 三重県：平成23年度市町民経済計算、<http://www.pref.mie.lg.jp/DATABOX/keizai/kenmin/shichomin/shichomin.htm>, 2011. 2015年6月15日
- 14) 内閣府：国民経済計算（GDP統計）、都道府県別民間資本ストック、http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kenmin/files/contents/main_h21stock.html 2011.3. 2015年6月15日
- 15) 総務省統計局：平成22年国勢調査・三重県、<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/> 2015年6月
- 16) 厚生労働省：労働統計年報、都道府県、産業別1人平均月間実労働時間数、2009.
- 17) 株式会社日本政策投資銀行：東日本大震災資本ストック被害金額 推計について－エリア別（県別／内陸・沿岸別）に推計－、http://www.esri.go.jp/jp/workshop/forum/110623/gijishidai47_2.pdf、2015年8月31日
- 18) 小池司朗：東日本大震災に伴う人口移動傾向の変化－岩手・宮城・福島県の県別、市区町村別分析－、季刊社会保障研究、Vol. 49, No. 3, pp. 256-269